

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11) 特許番号

特許第3001051号  
(P3001051)

(45) 発行日 平成12年1月17日 (2000. 1. 17)

(24) 登録日 平成11年11月12日 (1999. 11. 12)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

H 0 1 L 21/304

6 2 2

H 0 1 L 21/304

6 2 2 S

B 2 4 B 37/04

B 2 4 B 37/04

K

49/12

49/12

請求項の数25 (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願平9-226163  
(22) 出願日 平成9年8月22日 (1997. 8. 22)  
(65) 公開番号 特開平11-58225  
(43) 公開日 平成11年3月2日 (1999. 3. 2)  
審査請求日 平成9年8月22日 (1997. 8. 22)

(73) 特許権者 000004237  
日本電気株式会社  
東京都港区芝五丁目7番1号  
(72) 発明者 三橋 秀男  
東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気  
株式会社内  
(72) 発明者 大川 勝久  
東京都港区芝五丁目7番1号 日本電気  
株式会社内  
(74) 代理人 100071272  
弁理士 後藤 洋介 (外1名)  
審査官 森川 元嗣

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 半導体ウェハ研磨終点検出装置

1

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】 所定寸法の検出穴を有する研磨盤と、前記研磨盤の上であって前記研磨盤と同一位置に検出穴を有する研磨布と、前記検出穴から検出光学系への研磨液の流入を防ぐ研磨液流入防止手段と、検出光としての所定波長のレーザ光を射出するレーザ光源と、前記検出穴を通してウェハの研磨面に前記レーザ光を集光する対物レンズと、前記レーザ光を前記対物レンズに入射させるレーザ光入射手段と、前記ウェハで反射され前記対物レンズを再び通ったレーザ光の光軸上であって、前記ウェハからの反射光の光量を測定し、干渉光量信号として出力する干渉光量測定手段と、研磨の進行による研磨対象膜厚の変化に伴う前記干渉光量信号に基づいて生成された干渉光量値の正弦的变化の波をカウントすることで研磨終点を検出する研磨終点検出手段とを含むことを特徴

2

とする半導体ウェハ研磨終点検出装置。

【請求項2】 請求項1記載の半導体ウェハ研磨終点検出装置において、更に、配線パターンが前記ウェハの最上層である場合にのみ、配線パターン中央位置での前記干渉光量信号を前記干渉光量値として出力する干渉光量抽出手段を備えていることを特徴とする半導体ウェハ研磨終点検出装置。

【請求項3】 請求項2記載の半導体ウェハ研磨終点検出装置において、更に、前記対物レンズの合焦面位置での前記配線パターンの有無を検出する配線パターン検出手段を備えていることを特徴とする半導体ウェハ研磨終点検出装置。

【請求項4】 請求項3記載の半導体ウェハ研磨終点検出装置において、更に、前記対物レンズの合焦面が多数である前記ウェハのどの層にあるかを判定する層判定手段を含むことを特徴とする半導体ウェハ研磨終点検出装置。

段を有することを特徴とする半導体ウェハ研磨終点検出装置。

【請求項5】 請求項4記載の半導体ウェハ研磨終点検出装置において、更に、前記ウェハで反射され前記対物レンズを再び通ったレーザ光の反射光の光軸を第1乃至第3の光軸に分割する光軸分割手段と、第2の光軸上にあって、前記ウェハからの反射光を集光し、前記ウェハ上の反射面が前記対物レンズの合焦面にある時、集光位置での前記反射面が合焦から外れるときの通過光量の変化が最も急峻になるようにされた光を、前記集光位置の後段で受光してその光量を測定し、第2の光量信号として出力する配線パターン光量測定手段とを備え、前記干渉光量測定手段は、前記第1の光軸上にあって、前記ウェハからの反射光を集光し、集光された反射光の光量を測定し、第1の光量信号として出力することを特徴とする半導体ウェハ研磨終点検出装置。

【請求項6】 請求項5記載の半導体ウェハ研磨終点検出装置において、更に、前記第3の光軸上にあって、前記ウェハからの反射光を集光し、前記ウェハ上の反射面が前記対物レンズの合焦面にある時の集光位置に配置され、前記反射面が合焦から前記ウェハの最上層配線パターンと下地膜間に相当する距離外れるときの通過光量の変化がほぼ直線であつ急峻になるようにされた光を前記集光位置の後段で受光してその光量を測定し、第3の光量信号として出力する層光量測定手段を備えていることを特徴とする半導体ウェハ研磨終点検出装置。

【請求項7】 請求項3記載の半導体ウェハ研磨終点検出装置において、更に、前記ウェハで反射され前記対物レンズを再び通ったレーザ光の反射光の光軸を第1乃至第2の光軸に分割する光軸分割手段と、前記第2の光軸上にあって、前記ウェハからの反射光を集光し、反射面が合焦から外れるときの通過光量の変化が最も急峻になるような光を受光してその光量を測定し、第2の光量信号として出力する配線パターン光量測定手段とを備え、前記干渉光量測定手段は前記第1の光軸上にあって、前記ウェハからの反射光を集光し、集光された反射光の光量を測定し、第1の光量信号として出力し、前記配線パターン検出手段は、前記配線パターン光量測定手段に接続され、配線パターンが前記対物レンズの合焦面にあるときにレーザ光が前記配線パターンを横切る際の前記第2の光量信号が配線パターンのエッジ部で低下し中央部で大きくなる特徴に基づいて、前記対物レンズの合焦面位置での配線パターンの有無を検出し、前記干渉光量抽出手段は前記配線パターン検出手段により検出された配線パターン中央位置での前記第1の光量信号を前記干渉光量値として出力することを特徴とする半導体ウェハ研磨終点検出装置。

【請求項8】 請求項6記載の半導体ウェハ研磨終点検出装置において、前記層判定手段は、前記配線パターン光量測定手段と前記層光量測定手段とに接続され、前記

配線パターン検出手段で検出された配線パターンの位において、前記第2の光量信号が所定値以上で、かつ、前記第3の光量信号がまた別の所定値以上である場合に、前記対物レンズの合焦面が多層である前記ウェハ最上層にあると判定し、前記干渉光量抽出手段は、前記パターン検出手段によって検出された配線パターン位において前記層判定手段の判定が最上層である場合に、配線パターン中央位置での前記第1の光量信号を前記干渉光量値として出力することを特徴とする半導体ウェハ研磨終点検出装置。

【請求項9】 請求項5記載の半導体ウェハ研磨終点検出装置において、更に、前記対物レンズの横に配置され、前記ウェハ上の配線パターンのエッジで散乱され、レーザ光を集光する散乱集光光学系と、前記散乱集光光学系で集光された散乱光を受光してその光量を測定し、散乱光量信号として出力する散乱光受光素子とを備え、前記配線パターン検出手段は、前記散乱光受光素子に接続され、前記散乱光量信号が所定値以上である箇所を配線パターンのエッジ部と認識し、さらにエッジ間の距離から配線パターンと認識することで、前記対物レンズの合焦面位置での配線パターンの有無を検出し、前記層判定手段は前記配線パターン検出手段で検出された配線パターンの両側の位置において、前記第2の光量信号が所定の範囲内にあるときに、前記ウェハの最上層にあると判定し、前記干渉光量抽出手段は、前記干渉光量信号として、前記第1の光量信号を用いることを特徴とする半導体ウェハ研磨終点検出装置。

【請求項10】 請求項2記載の半導体ウェハ研磨終点検出装置において、更に、前記ウェハで反射され前記対物レンズを再び通ったレーザ光の光軸を第1及び第2の光軸に分割する光軸分割手段と、前記第2の光軸上にあって、前記ウェハからの反射光を集光し、反射面が合焦から外れるときの通過光量の変化が最も急峻になるような光を受光してその光量を測定し、第2の光量信号として出力する配線パターン光量測定手段と、前記干渉光量測定手段に接続され、配線パターン部分では前記第1の光量信号の値が相対的に低下し、かつ比較的変動しない特徴に基づいて配線パターンの位置を特定する配線パターン位置特定手段と、前記配線パターン光量測定手段に接続され、前記第2の光量信号は反射面である配線パターンが前記対物レンズの合焦面にある場合に信号が大きくなる特徴に基づき、前記配線パターン位置特定手段で特定された配線パターンの配線幅内における前記第2の光量信号の出力値が所定値以上である場合に合焦であると判定する合焦度判定手段とを備え、前記干渉光量測定手段は、前記第1の光軸上にあって、前記ウェハからの反射光を集光し、集光された反射光の光量を測定し、第1の光量信号として出力し、前記干渉光量抽出手段は、前記配線パターン位置特定手段により特定された配線パターン位置において前記合焦度判定手段の判定

合焦である場合にのみ、配線パターン中央位置での前記第1の光量信号を干渉光量値として出力することを特徴とする半導体ウェハ研磨終点検出装置。

【請求項11】 請求項5, 7, 及び10の内のいずれかに記載の半導体ウェハ研磨終点検出装置において、前記干渉光量測定手段は、分割された第1の光軸上において、前記ウェハからの反射光を集光する第1の集光レンズと、前記第1の集光レンズで集光された反射光の光量を測定し、第1の光量信号として出力する第1の受光素子とを備え、前記配線パターン光量測定手段は、分割された第2の光軸上において、前記ウェハからの反射光を集光する第2の集光レンズと、前記ウェハ上の反射面が前記対物レンズの合焦面にある時の前記第2の集光レンズの集光位置に配置され、反射面が合焦から外れるときの通過光量の変化が最も急峻になるように選ばれた径のピンホールと、前記ピンホールの後段に配置され、前記ピンホールを通過した光のみを受光してその光量を測定し、第2の光量信号として出力する第2の受光素子とを備えていることを特徴とする半導体ウェハ研磨終点検出装置。

【請求項12】 請求項6記載の半導体ウェハ研磨終点検出装置において、前記層光量測定手段は、分割された第3の光軸上において、前記ウェハからの反射光を集光する第3の集光レンズと、前記ウェハ上の反射面が前記対物レンズの合焦面にある時の前記第3の集光レンズの集光位置に配置され、反射面が合焦から最上層配線パターンと下地膜間に相当する距離外れるときの透過光量の変化がほぼ直線的かつ急峻になるように選ばれた径の第2のピンホールと、前記第2のピンホールの後段に配置され、前記第2のピンホールを通過した光のみを受光してその光量を測定し、前記第3の光量信号として出力する第3の受光素子とを備えていることを特徴とする半導体ウェハ研磨終点検出装置。

【請求項13】 所定寸法の検出穴を有する研磨盤と、前記研磨盤の上において前記研磨盤と同一位置に検出穴を有する研磨布と、前記検出穴から検出光学系への研磨液の流入を防ぐ研磨液流入防止手段と、第1の検出光としての所定波長の第1のレーザ光を出射する第1のレーザ光源と、第2の検出光としての前記第1のレーザ光と異なる波長の第2のレーザ光を出射する第2のレーザ光源と、前記第1のレーザ光と前記第2のレーザ光を同一光軸上に合成するレーザ光軸合成手段と、前記検出穴を通してウェハの研磨面に前記第1及び第2のレーザ光を集光する対物レンズと、前記レーザ光軸合成手段にて合成された前記第1及び第2のレーザ光を前記対物レンズに入射させるレーザ光入射手段と、前記ウェハで反射され前記対物レンズを再び通った前記第1及び第2のレーザ光の光軸上において、前記ウェハからの反射光を前記第1のレーザ光成分と前記第2のレーザ光成分とに分離するレーザ光分離手段と、前記レーザ光分離手段の後段

において、前記第1のレーザ光成分を第1及び第2の光軸に分割する光軸分割手段と、前記第1の光軸上において前記ウェハからの前記第1のレーザ光成分の反射光を集光する第1の集光レンズ及び前記第1の集光レンズで集光された反射光の光量を測定し第1の光量信号として出力する第1の受光素子とを備えた干渉光量測定手段と、前記第2の光軸上において前記ウェハからの反射光を集光する第2の集光レンズ、前記ウェハ上の反射面が前記対物レンズの合焦面にある時の前記第2の集光レンズの集光位置に配置され反射面が合焦から外れるときの通過光量の変化が最も急峻になるように選ばれた径のピンホール、及び前記ピンホールの後段に配置され前記ピンホールを通過した光のみを受光してその光量を測定し第2の光量信号として出力する第2の受光素子とを備えた層光量測定手段と、特定された配線パターン位置において合焦である場合にのみ配線パターン中央位置での前記第1及び第3の光量信号を第1及び第2の干渉光量値として出力する第1及び第2の干渉光量抽出手段と、研磨の進行による研磨対象膜厚の変化に伴う前記第1の干渉光量値の正弦的な変化波形と前記第2の干渉光量値の正弦的な変化波形との位相差から研磨対象膜の膜厚を算出し膜厚値を出力する膜厚算出手段と、前記膜厚値が所定の値を下回った時点を研磨終点として検出する研磨終点検出手段とを含むことを特徴とする半導体ウェハ研磨終点検出装置。

【請求項14】 請求項13記載の半導体ウェハ研磨終点検出装置において、更に、前記第1の受光素子に接続され、配線パターン部分では前記第1の光量信号の値が相対的に低下し、かつ比較的変動しない特徴に基づいて配線パターンの位置を特定する配線パターン位置特定手段と、前記第2の受光素子に接続され、前記第2の光量信号は反射面である配線パターンが前記対物レンズの合焦面にある場合に信号が大きくなる特徴に基づき、前記配線パターン位置特定手段で特定された配線パターンの配線幅内における前記第2の光量信号の出力値が所定値以上である場合に合焦であると判定する合焦度判定手段とを備えていることを特徴とする半導体ウェハ研磨終点検出装置。

【請求項15】 請求項13記載の半導体ウェハ研磨終点検出装置において、更に、前記第2の受光素子に接続され、配線パターンが前記対物レンズの合焦面にあるときにレーザ光が配線パターンを横切る際の前記第2の光量信号が配線パターンのエッジ部で低下し中央部で大きくなる特徴に基づいて、前記対物レンズの合焦面位置での配線パターンの有無を検出する配線パターン検出手段

を備え、前記第1及び第2の干渉光量抽出手段は、前記配線パターン検出手段により検出された配線パターン中央位置での前記第1及び第3の光量信号を前記第1及び第2の干渉光量値として出力することを特徴とする半導体ウェハ研磨終点検出装置。

【請求項16】 所定寸法の検出孔を有する研磨盤と、前記研磨盤の上であって前記研磨盤と同一位置に検出穴を有する研磨布と、前記検出穴から検出光学系への研磨液の流入を防ぐ研磨液流入防止手段と、第1の検出光としての所定波長の第1のレーザ光を出射する第1のレーザ光源と、第2の検出光としての前記第1のレーザ光と異なる波長の第2のレーザ光を出射する第2のレーザ光源と、前記第1のレーザ光と前記第2のレーザ光を同一光軸上に合成するレーザ光軸合成手段と、前記検出穴を通してウェハの研磨面に前記第1及び第2のレーザ光を集光する対物レンズと、前記レーザ光軸合成手段にて合成された前記第1及び第2のレーザ光を前記対物レンズに入射させるレーザ光入射手段と、前記ウェハで反射され前記対物レンズを再び通った前記第1及び第2のレーザ光の光軸上にあって、前記ウェハからの反射光を前記第1のレーザ光成分と前記第2のレーザ光成分とに分離するレーザ光分離手段と、前記レーザ光分離手段の後段であって、前記第1のレーザ光成分を第1乃至第3の光軸に分割する光軸分割手段と、前記第1の光軸上にあって前記ウェハからの前記第1のレーザ光成分の反射光を集光する第1の集光レンズ及び前記第1の集光レンズで集光された反射光の光量を測定し第1の光量信号として出力する第1の受光素子を備えた第1の干渉光量測定手段と、前記第2の光軸上にあって前記ウェハからの反射光を集光する第2の集光レンズ、前記ウェハ上の反射面が前記対物レンズの合焦面にある時の前記第2の集光レンズの集光位置に配置され反射面が合焦から外れるときの通過光量の変化が最も急峻になるように選ばれた径のピンホール、及び前記ピンホールの後段に配置され前記ピンホールを通過した光のみを受光してその光量を測定し第2の光量信号として出力する第2の受光素子を備えた配線パターン光量測定手段と、前記第3の光軸上にあって前記ウェハからの反射光を集光する第3の集光レンズ、前記ウェハ上の反射面が前記対物レンズの合焦面にある時の前記第3の集光レンズの集光位置に配置され反射面が合焦から最上層配線パターンと下地膜間に相当する距離離れるときの通過光量の変化がほぼ直線且つ急峻になるように選ばれた径の第2のピンホール、及び前記第2のピンホールの後段に配置され前記第2のピンホールを通過した光のみを受光してその光量を測定し第3の光量信号として出力する第3の受光素子を備えた層光量測定手段と、前記第2の受光素子に接続され配線パターンが前記対物レンズの合焦面にあるときにレーザ光が配線パターンを横切る際の前記第2の光量信号が配線パターンのエッジ部で低下し中央部で大きくなる特徴に基

づいて前記対物レンズの合焦面位置での配線パターン有無を検出する配線パターン検出手段と、前記配線パターンで検出された配線パターンの両側の位置において、前記第3の光量信号が所定範囲内にある時に前記対物レンズの合焦面が多層である前記ウェハの最上層にあると判定する層判定手段と、前記第2のレーザ光成分の光軸上にあって前記ウェハからの前記第2のレーザ光成分の射光を集光する第4の集光レンズ及び前記第4の集光レンズで集光された反射光の光量を測定し第4の光量信号として出力する第4の受光素子を備えた第2の干渉光量測定手段と、前記配線パターン検出手段により配線パターンが検出された時点での前記層判定手段の判定が上層である場合にのみ配線パターン中央位置での前記第1及び第4の光量信号を第1及び第2の干渉光量値として出力する第1及び第2の干渉量抽出手段と、研磨の進行による研磨対象膜厚の変化に伴う前記第1の干渉光量値の正弦的な変化波形と前記第2の干渉光量値の正弦的な変化波形との位相差から研磨対象膜の膜厚を算出し膜厚値を出力する膜厚算出手段と、前記膜厚値が所定の値を下回った時点を研磨終点として検出する研磨終点検出手段とを含むことを特徴とする半導体ウェハ研磨終点検出装置。

【請求項17】 請求項16記載の半導体ウェハ研磨終点検出装置において、前記層判定手段は、更に前記第3の受光素子とに接続され、前記配線パターン検出手段で検出された配線パターン中央位置において、前記第3の光量信号が所定範囲内にある代わりに、前記第2の光量信号が所定値以上で、かつ、前記第3の光量信号がまたも所定値以上である場合に、前記対物レンズの合焦面が多層である前記ウェハの最上層にあると判定することを特徴とする半導体ウェハ研磨終点検出装置。

【請求項18】 請求項17記載の半導体ウェハ研磨終点検出装置において、更に、前記対物レンズの横にあって、前記ウェハ上の配線パターンのエッジで散乱されるレーザ光を集光する散乱集光光学系と、前記散乱集光光学系で集光された散乱光を受光してその光量を測定し、散乱光量信号として出力する散乱光受光素子を備え、前記配線パターン検出手段は、前記第2の受光素子に接続されるとともに、前記第2の光量信号に基づいてパターンの有無を検出する代わりに、前記散乱光受光素子に接続され、前記散乱光量信号が所定値以上である箇所を配線パターンのエッジ部と認識し、さらにエッジ間の距離から配線パターンと認識することで、前記対物レンズの合焦面位置での配線パターンの有無を検出することを特徴とする半導体ウェハ研磨終点検出装置。

【請求項19】 請求項1乃至18の内のいずれかに記載の半導体ウェハ研磨終点検出装置において、前記研磨液流入防止手段は、検出穴を塞ぐように配置された、レーザ光の波長に対して透明な平行平板により構成され、対物レンズは、この平行平板の屈折率と厚みに

して収差補正されていることを特徴とする半導体ウェハ研磨終点検出装置。

【請求項20】 請求項1乃至18の内のいずれかに記載の半導体ウェハ研磨終点検出装置において、前記研磨液流入防止手段は、研磨液成分の内、研磨剤等の光を遮断あるいは散乱する成分を含まず、レーザ光の波長に対して透明な成分の溶液を、検出穴から所定圧力にて吹き出す構成であり、対物レンズは液浸式のもので、かつ、この溶液の屈折率に対して収差補正されていることを特徴とする半導体ウェハ研磨終点検出装置。

【請求項21】 請求項1乃至18の内のいずれかに記載の半導体ウェハ研磨終点検出装置において、前記対物レンズは所定の媒質に対して収差補正されているものであり、前記研磨液流入防止手段は、前記検出穴を塞ぐように配置された、レーザ光の波長に対して透明な平行平板と、この平行平板と対物レンズの物体側のレンズ面との間に充填された所定の媒質により構成され、平行平板の屈折率と厚みは、これにより発生する対物レンズの収差が、終点検出動作に影響しない程度の値であることを特徴とする半導体ウェハ研磨終点検出装置。

【請求項22】 請求項1乃至18の内のいずれかに記載の半導体ウェハ研磨終点検出装置において、前記対物レンズは所定の媒質に対して収差補正されているものであり、前記研磨液流入防止手段は、前記検出穴を塞ぐように配置され、レーザ光の波長に対して透明な、レンズ形状をなした窓材と、この窓材と対物レンズの物体側のレンズ面との間に充填された所定の媒質により構成され、窓材のレンズ形状は、この窓材自体の屈折率と厚みにより発生する対物レンズの収差を補正する形状であることを特徴とする半導体ウェハ研磨終点検出装置。

【請求項23】 請求項9又は18記載の半導体ウェハ研磨終点検出装置において、前記ウェハ上の配線パターンのエッジで散乱されたレーザ光を集光する散乱集光光学系、及び、前記散乱集光光学系で集光された散乱光を受光してその光量を測定し、散乱光量信号として出力する散乱光受光素子は、対物レンズの横に複数個ずつ配置され、前記配線パターン検出手段は、複数個の散乱光受光素子に接続されて、複数の散乱光量信号を基に対物レンズの合焦面位置での配線パターンの有無を検出することを特徴とする半導体ウェハ研磨終点検出装置。

【請求項24】 請求項13乃至18の内のいずれかに記載の半導体ウェハ研磨終点検出装置において、前記検出光は、複数のレーザ光源から出射された各々異なる波長の複数のレーザ光であり、前記膜厚算出手段は、各波長毎に抽出された複数の干渉光量値からの近似計算により研磨対象膜の膜厚を算出することを特徴とする半導体ウェハ研磨終点検出装置。

【請求項25】 請求項13乃至18の内のいずれかに記載の半導体ウェハ研磨終点検出装置において、前記検出光である各々異なる波長の複数のレーザ光を出射する

複数のレーザ光源、及び、それらを同一光軸上に合成するレーザ光軸合成手段は、各々異なる波長の複数のレーザ光を同時発振するマルチラインレーザ光源であり、記膜厚算出手段は、各波長毎に抽出された複数の干渉光量値からの近似計算により研磨対象膜の膜厚を算出することを特徴とする半導体ウェハ研磨終点検出装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、半導体ウェハ研磨終点検出装置、特に、半導体ウェハ表面に形成された種の薄膜の化学的機械的研磨を行うときの研磨終点の出に適用し得る、半導体ウェハ研磨終点検出装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、この種の技術としては、例えば特開平9-7985号公報に開示された半導体ウェハ研磨終点検出装置がある。

【0003】従来の半導体ウェハ研磨終点検出装置において図面を参照して詳細に説明する。図11は、従来の半導体ウェハ研磨終点検出装置の一例の概略構成を示す図である。図11に示す半導体ウェハ研磨終点検出装置100は、所定寸法の検出穴2を設けた研磨盤3と、研磨盤3の上であって、研磨盤3と同一位置に検出穴2を設けた研磨布4と、検出穴2から検出光学系への研磨液の流入を防ぐ研磨液流入防止手段としての、検出穴2を封止する石英窓5と、検出穴2と石英窓5を通して、研磨対象である多層配線パターン付ウェハ10の研磨面から所定径の平行レーザ光6を出射し、かつ、多層配線パターン付ウェハ10からの反射光量を測定して干渉光量dを出力するレーザ干渉計101と、研磨の進行によるSiO<sub>2</sub>膜30の膜厚変化に伴う干渉光量値dの正弦的变化の波をカウントすることで、研磨終点を検出する研磨終点検出手段34とを含んで構成されている。この従来の半導体ウェハ研磨終点検出装置100の動作は以下の通りである。

【0004】まず、レーザ干渉計101から出射されるレーザ光6は、石英窓5を通して多層配線パターン付ウェハ10上に照射され、SiO<sub>2</sub>膜30表面とその下の層の反射面とで反射される。次に、この反射光をレーザ干渉計101で測定し、測定値を干渉光量値dとして出力する。このとき、SiO<sub>2</sub>膜30表面からとその下の各層の反射面からとの反射光が干渉するため、干渉光量値dはSiO<sub>2</sub>膜30の膜厚変化に応じて正弦的に周波数変化する値となる。そこで、研磨終点検出手段34では、研磨の進行によるSiO<sub>2</sub>膜30の膜厚変化に伴う干渉光量値dの正弦的变化の波をカウントしていき、そのカウント数が所定の値になった時点、すなわちSiO<sub>2</sub>膜30を所定量研磨した時点、を研磨終点として検出する。

【0005】



【発明が解決しようとする課題】半導体ウェハの研磨終点検出は、パターンニングされたウェハ、特に多層配線パターン付ウェハの場合、最上層配線パターン上のSiO<sub>2</sub>膜の膜厚を制御するために行うものである。

【0006】上述した従来の半導体ウェハ研磨終点検出装置は、平行レーザ光を用いた反射干渉光量測定により研磨終点検出を行うので、測定領域が配線パターン幅に比較して大きくなり、最上層配線パターンの反射光と下層配線パターン及び下地面からの反射光が合成されて検出されるため、測定領域内の平均的膜厚しか判らず、正確な研磨終点検出ができない、という欠点があった。

【0007】そこで、本発明の技術的課題は、正確な研磨終点を検出することができる半導体ウェハ研磨終点検出装置を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明によれば、所定寸法の検出穴を有する研磨盤と、前記研磨盤の上であって前記研磨盤と同一位置に検出穴を有する研磨布と、前記検出穴から検出光学系への研磨液の流入を防ぐ研磨液流入防止手段と、検出光としての所定波長のレーザ光を出射するレーザ光源と、前記検出穴を通してウェハの研磨面に前記レーザ光を集光する対物レンズと、前記レーザ光を前記対物レンズに入射させるレーザ光入射手段と、前記ウェハで反射され前記対物レンズを再び通ったレーザ光の光軸上にあつて前記ウェハからの反射光の光量を測定し干渉光量信号として出力する干渉光量測定手段と、研磨の進行による研磨対象膜厚の変化に伴う前記干渉光量信号に基づいて生成された干渉光量値の正弦的な変化の波をカウントすることで研磨終点を検出する研磨終点検出手段とを含むことを特徴とする半導体ウェハ研磨終点検出装置が得られる。

【0009】また、本発明によれば、所定寸法の検出穴を有する研磨盤と、前記研磨盤の上であつて前記研磨盤と同一位置に検出穴を有する研磨布と、前記検出穴から検出光学系への研磨液の流入を防ぐ研磨液流入防止手段と、第1の検出光としての所定波長の第1のレーザ光を出射する第1のレーザ光源と、第2の検出光としての前記第1のレーザ光と異なる波長の第2のレーザ光を出射する第2のレーザ光源と、前記第1のレーザ光と前記第2のレーザ光を同一光軸上に合成するレーザ光軸合成手段と、前記検出穴を通してウェハの研磨面に前記第1及び第2のレーザ光を集光する対物レンズと、前記レーザ光軸合成手段にて合成された前記第1及び第2のレーザ光を前記対物レンズに入射させるレーザ光入射手段と、前記ウェハで反射され前記対物レンズを再び通った前記第1及び第2のレーザ光の光軸上にあつて、前記ウェハからの反射光を前記第1のレーザ光成分と前記第2のレーザ光成分とに分離するレーザ光分離手段と、前記レーザ光分離手段の後段にあつて、前記第1のレーザ光成分を第1及び第2の光軸に分割する光軸分割手段と、前記

第1の光軸上にあつて前記ウェハからの前記第1のレーザ光成分の反射光を集光する第1の集光レンズ及び前記第1の集光レンズで集光された反射光の光量を測定し第1の光量信号として出力する第1の受光素子とを備え干渉光量測定手段と、前記第2の光軸上にあつて前記ウェハからの反射光を集光する第2の集光レンズ、前記ウェハ上の反射面が前記対物レンズの合焦面にある時の前記第2の集光レンズの集光位置に配置され反射面が合焦から外れるときの通過光量の変化が最も急峻になるように選ばれた径のピンホール、及び前記ピンホールの後に配置され前記ピンホールを通過した光のみを受光しその光量を測定し第2の光量信号として出力する第2の受光素子を備えた配線パターン光量測定手段と、前記第2のレーザ光成分の光軸上にあつて前記ウェハからの前記第2のレーザ光成分の反射光を集光する第3の集光レンズ及び前記第3の集光レンズで集光された反射光の光量を測定し第3の光量信号として出力する第3の受光素子を備えた層光量測定手段と、特定された配線パターン位置において合焦である場合にのみ配線パターン中央位置での前記第1及び第3の光量信号を第1及び第2の干渉光量値として出力する第1及び第2の干渉光量抽出手段と、研磨の進行による研磨対象膜厚の変化に伴う前記第1の干渉光量値の正弦的な変化波形と前記第2の干渉光量値の正弦的な変化波形との位相差から研磨対象膜厚を算出し、膜厚値を出力する膜厚算出手段と、前記膜厚値が所定の値を下回った時点を研磨終点として検出する研磨終点検出手段とを含むことを特徴とする半導体ウェハ研磨終点検出装置が得られる。

【0010】さらに、本発明によれば、所定寸法の検出穴を有する研磨盤と、前記研磨盤の上であつて前記研磨盤と同一位置に検出穴を有する研磨布と、前記検出穴から検出光学系への研磨液の流入を防ぐ研磨液流入防止手段と、第1の検出光としての所定波長の第1のレーザ光を出射する第1のレーザ光源と、第2の検出光としての前記第1のレーザ光と異なる波長の第2のレーザ光を出射する第2のレーザ光源と、前記第1のレーザ光と前記第2のレーザ光を同一光軸上に合成するレーザ光軸合成手段と、前記検出穴を通してウェハの研磨面に前記第1及び第2のレーザ光を集光する対物レンズと、前記レーザ光軸合成手段にて合成された前記第1及び第2のレーザ光を前記対物レンズに入射させるレーザ光入射手段と、前記ウェハで反射され前記対物レンズを再び通った前記第1及び第2のレーザ光の光軸上にあつて前記ウェハからの反射光を前記第1のレーザ光成分と前記第2のレーザ光成分とに分離するレーザ光分離手段と、前記レーザ光分離手段の後段にあつて前記第1のレーザ光成分を第1乃至第3の光軸に分割する光軸分割手段と、前記第1の光軸上にあつて前記ウェハからの前記第1のレーザ光成分の反射光を集光する第1の集光レンズ及び前記第1の集光レンズで集光された反射光の光量を測定し

1の光量信号として出力する第1の受光素子を備えた第1の干渉光量測定手段と、前記第2の光軸上にあって前記ウェハからの反射光を集光する第2の集光レンズ、前記ウェハ上の反射面が前記対物レンズの合焦面にある時の前記第2の集光レンズの集光位置に配置され反射面が合焦から外れるときの通過光量の変化が最も急峻になるように選ばれた径のピンホール、及び前記ピンホールの後段に配置され前記ピンホールを通過した光のみを受光してその光量を測定し第2の光量信号として出力する第2の受光素子を備えた配線パターン光量測定手段と、前記第3の光軸上にあって前記ウェハからの反射光を集光する第3の集光レンズ、前記ウェハ上の反射面が前記対物レンズの合焦面にある時の前記第3の集光レンズの集光位置に配置され反射面が合焦から最上層配線パターンと下地膜間に相当する距離外れるときの通過光量の変化がほぼ直線かつ急峻になるように選ばれた径の第2のピンホール、及び前記第2のピンホールの後段に配置され前記第2のピンホールを通過した光のみを受光してその光量を測定し第3の光量信号として出力する第3の受光素子を備えた層光量測定手段と、前記第2の受光素子に接続され配線パターンが前記対物レンズの合焦面にあるときにレーザ光が配線パターンを横切る際の前記第2の光量信号が配線パターンのエッジ部で低下し中央部で大きくなる特徴に基づいて前記対物レンズの合焦面位置での配線パターンの有無を検出する配線パターン検出手段と、前記配線パターンで検出された配線パターンの両側の位置において前記第3の光量信号が所定範囲内にある時に前記対物レンズの合焦面が多層である前記ウェハの最上層にあると判定する層判定手段と、前記第2のレーザ光成分の光軸上にあって前記ウェハからの前記第2のレーザ光成分の反射光を集光する第4の集光レンズ及び前記第4の集光レンズで集光された反射光の光量を測定し第4の光量信号として出力する第4の受光素子を備えた第2の干渉光量測定手段と、前記配線パターン検出手段により配線パターンが検出された時点での前記層判定手段の判定が最上層である場合にのみ配線パターン中央位置での前記第1及び第4の光量信号を第1及び第2の干渉光量値として出力する第1及び第2の干渉量抽出手段と、研磨の進行による研磨対象膜厚の変化に伴う前記第1の干渉光量値の正弦的な変化波形と前記第2の干渉光量値の正弦的な変化波形との位相差から研磨対象膜の膜厚を算出し膜厚値を出力する膜厚算出手段と、前記膜厚値が所定の値を下回った時点を研磨終点として検出する研磨終点検出手段とを含むことを特徴とする半導体ウェハ研磨終点検出装置が得られる。

【0011】

【発明の実施の形態】次に、本発明について図面を参照して詳細に説明する。

【0012】図1は、本発明の第1の実施の形態による半導体ウェハ研磨終点検出装置の概略的な構成を示す図

である。図1に示す半導体ウェハ研磨終点検出装置1は、所定寸法の検出穴2を設けた研磨盤3と、研磨盤の上であって、研磨盤3と同一位置に検出穴2を設け研磨布4と、検出穴2から検出光学系への研磨液の流入を防ぐ研磨液流入防止手段としての、検出穴2を封止する石英窓5とを備えている。

【0013】また、半導体ウェハ研磨終点検出装置1は、検出光としてのレーザ光6を出射するレーザ光源と、レーザ光源7の後段であって、レーザ光6の光軸に配置され、レーザ光6を所定の径の平行ビームに拡散するビームエキスパンダ8と、検出穴2を通して、研磨対象である多層配線パターン付ウェハ10の研磨面にレーザ光6を集光する、石英窓5の屈折率と厚みに対し収差補正された対物レンズ9と、レーザ光6を対物レンズ9に入射させ、ビームエキスパンダ8とともにレーザ光入射手段を構成する第1のビームスプリッタ11とを備えている。

【0014】また、半導体ウェハ研磨終点検出装置1は、多層配線パターン付ウェハ10で反射され対物レンズ9を再び通ったレーザ光6の光軸である検出光軸11上にあって、第1のビームスプリッタ11の後段に配置され、検出光軸14を干渉光量測定光軸15と配線パターン検出光軸16と層判定光軸17との3つの光軸に分割する光軸分割手段をなす第2のビームスプリッタ12及び第3のビームスプリッタ13とを備えている。

【0015】また、半導体ウェハ研磨終点検出装置1は、干渉光量測定手段と配線パターン光量測定手段と層光量測定手段とを備えている。干渉光量測定手段は、干渉光量測定光軸15上にあって、多層配線パターン付ウェハ10からの反射光を集光する第1の集光レンズ21と、第1の集光レンズ21で集光された反射光の光量を測定し、第1の光量信号aとして出力する第1のフォトダイオード（以下、PDと呼ぶ）24とを備えている。また、配線パターン光量測定手段は、配線パターン検出光軸16上にあって、レーザ光6を集光する第2の集光レンズ22と、多層配線パターン付ウェハ10上の反面が対物レンズ9の合焦面にある時の第2の集光レンズ22の集光位置に配置され、反射面が合焦から外れるときの通過光量の変化が最も急峻になるように選ばれた第1のピンホール18と、第1のピンホール18の後段に配置され、第1のピンホール18を通過したレーザ光6のみを受光してその光量を測定し、第2の光量信号bとして出力する第2のPD25とを備えている。さらに、層光量測定手段は、層判定光軸17上にあって、レーザ光6を集光する第3の集光レンズ23と、多層配線パターン付ウェハ10上の反射面が対物レンズ9の合面にある時の第3の集光レンズ23の集光位置に配置され、反射面が合焦から最上層配線パターン20と下地29間に相当する距離外れるときの通過光量の変化がほぼ直線かつ急峻になるように選ばれた径の第2のビ

ホール19と、第2のピンホール19の後段に配置され、第2のピンホール19を通過したレーザ光6のみを受光してその光量を測定し、第3の光量信号cとして出力する第3のPD26とを備えている。

【0016】さらに、半導体ウェハ研磨終点検出装置1は、第2のPD25に接続され、配線パターン28が対物レンズ9の合焦面にあるときにレーザ光6が配線パターン28を横切るときの第2の光量信号bが、配線パターン28のエッジ部で低下し中央部で大きくなる特徴に基づいて、対物レンズ9の合焦面位置での配線パターン28の有無を検出する配線パターン検出手段31と、第3のPD26に接続され、第3の光量信号cを基に、配線パターン検出手段31で検出された配線パターン28位置の両側において第3の光量信号cが所定範囲内にあるときに、対物レンズ9の合焦面が多層配線パターン付ウェハ10の最上層にあると判定する層判定手段32と、配線パターン検出手段31により検出された配線パターン28の両側において、層判定手段32の判定結果が最上層である場合にのみ、配線パターン28中央位置での第1の光量信号aを干渉光量値dとして出力する干渉光量抽出手段33と、研磨の進行によるSiO<sub>2</sub>膜30の膜厚変化に伴う干渉光量値dの正弦的变化の波をカウントすることで研磨終点を検出する研磨終点検出手段34とを含んでいる。

【0017】次に、上記のように構成された本発明の第1に実施の形態による半導体ウェハ研磨終点検出装置の動作を説明する。

【0018】まず、レーザ光源7から出射されたレーザ光6は、ビームエキスパンダ8で拡大され、第1のビームスプリッタ11で反射されて対物レンズ9に入射する。対物レンズ9に入射したレーザ光6は、石英窓5を通して多層配線パターン付ウェハ10上に集光され、SiO<sub>2</sub>膜30裏面とその下の配線パターン28表面とで反射されて、再び対物レンズ9と第1のビームスプリッタ11を通り、第2のビームスプリッタ12及び第3のビームスプリッタ13により、3つの光軸に分割される。これらの3つの光軸のうち、干渉光量測定光軸15では、多層配線パターン付ウェハ10からの反射光量を第1の集光レンズ21で集光し、そのまま第1のPD24で測定する。このとき、SiO<sub>2</sub>膜30表面とその下の配線パターン28表面との反射光が干渉するため、PD24の出力である第1の光量信号aは、SiO<sub>2</sub>膜30の膜厚に応じた干渉光量となる。

【0019】しかしながら、研磨中の多層配線パターン付ウェハ10は移動・回転をしており、また、上下変動もしているため、第1の光量信号aには、最上層配線パターン20、下層配線パターン35、及び下地面29の各表面からSiO<sub>2</sub>膜30表面までの各膜厚に応じた信号が混在し、かつ、対物レンズ9の合焦面に反射面がないときには、各層からの反射光量が合成された出力とな

る。多層配線パターン付ウェハ10の研磨終点検出は、最上層配線パターン20とSiO<sub>2</sub>膜30との間の膜厚を制御するために行うものであり、従って、第1の光量信号aのうち、対物レンズ9の合焦面に最上層配線パターン20が位置するときの干渉光量値を抽出する必要がある。

【0020】そこで次に、配線パターン検出光軸16及び層判定光軸17で得られる第2の光量信号b及び第3の光量信号cに基づいて、干渉光量抽出手段33にて干渉光量値の抽出を行う。

【0021】図2(a)、(b)、及び(c)は、多層配線パターン付ウェハ10上の同一配線パターン位置を走査して得られる各光量信号の一例を示す模式図である。図2のうち、(a)は第1の光量信号a、(b)は第2の光量信号b、(c)は第3の光量信号cを夫々示している。

【0022】配線パターン検出光軸16及び層判定光軸17上には、それぞれ第2の集光レンズ22及び第3の集光レンズ23が配置され、その集光位置にそれぞれ第1のピンホール18及び第2のピンホール19を置くことで、いわゆる共焦点光学系を構成している。共焦点光学系では、反射面が焦点深度内にない場合、反射光はピンホール上に集光されず、その大部分はピンホールを通過できない。逆にいえば、焦点深度内に反射面がある場合にのみ反射光がピンホールを通過してPDにて受光され、信号が得られる。この2つの共焦点光学系のうち、第2の集光レンズ22及び第1のピンホール18は、信号が得られる焦点深度が配線パターン28の厚さよりできるだけ小さくなるように、すなわち、反射面が合焦から外れる際の第1のピンホール18を通過する光量の急激な変化が最も急峻になるように設定する。具体的には、第2の集光レンズ22による理論集光径を計算し、第1のピンホール18の径を、理論集光径あるいはその前後で変えながら、反射面から対物レンズ9の合焦面までの距離と第2の光量信号bの出力の関係を測定し、第2の光量信号bの変化が最も急峻で、かつ、信号のピーク値が最大になるピンホール径を選定する。また、第3の集光レンズ23及び第2のピンホール19は、下地面29を反射面として合焦面がSiO<sub>2</sub>膜30表面から下地面29まで変化したときに、ピンホール19を通過する光量の急峻な変化が、直線的で、かつ、できるだけ急峻になるように設定しておく。具体的には、第3の集光レンズ23による理論集光径を計算し、第2のピンホール19の径を理論集光径よりも大きい値で変えながら、反射面から対物レンズ9の合焦面までの距離と第3の光量信号cの出力の関係を測定し、反射面が、SiO<sub>2</sub>膜30表面と下地面29間の距離分、合焦面から変化したときに、第3の光量信号cの変化が単調かつほぼ直線的であり、そのなかでも、合焦面が最上層配線パターン20の面にあるときの出力値と下層配線パターン35の面にあるときの出力値との差が最大となるように設定する。



力値との差が、最大となるピンホール径を選定する。

【0023】このとき、対物レンズ9の合焦面にある配線パターン28を走査したときに配線パターン検出光軸16から得られる第2の光量信号bは、図2(b)に示すように、配線パターン28のエッジ部では散乱により光量が低下し中央部では大きくなるような特徴的な信号となる。そこで、配線パターン検出手段31にて、この特徴を基に信号処理を行い、対物レンズ9の合焦面にある配線パターン28のみを検出する。

【0024】この検出は、例えば、第2の光量信号bを1次微分して得られた信号を基に行うことができる。第2の光量信号bを1次微分して得られる信号では、配線パターン28のエッジ部の最下点に対応する部分は負から正への変極点となり、中央の頂点部分は正から負への変極点となる。従って、この変極点を抽出し、負から正への変極点の間隔が所定の配線パターン幅とを合致している場合に、配線パターン28として検出する。なお、配線パターン28の検出方式は、特にこの方式に限定されることはない。要は、配線パターン28のエッジ部では散乱により光量が低下し中央部では大きくなるという特徴に基づいて、配線パターン28を検出すればよい。なお、ノイズ等により第2の光量信号bが変動する場合には、移動平均を行って、信号を滑らかにする。

【0025】但し、配線パターン検出手段31で検出された配線パターン28は、多層配線パターン付ウェハ10の上層にあるのか下層にあるのかは判らない。そこで、この検出された配線パターン28の両側において、層判定光軸17から得られる第3の光量信号cを参照する。層判定光軸17における共焦点光学系は、下地面29を反射面として合焦面がSiO<sub>2</sub>膜30表面から下地面29まで変化したときに、第2のピンホール19を通過する光量の変化が、直線的で、かつ、できるだけ急峻になるように設定してあるため、配線パターン28の両側の下地面29で得られる信号強度は、対物レンズ9の合焦面と下地面29までの距離に応じて反比例的に変化し、図2(c)に示すように、合焦面が上層にあるときと下層にあるときとは光量値が異なる。よって、配線パターン28の両側での第3の光量信号cの値を所定のしきい値と比較することで、上層か下層かを判定する。

【0026】従って、干渉光量抽出手段33で、配線パターン検出手段31で検出された配線パターン28の両側において、層判定手段32の判定結果が最上層である場合にのみ、配線パターン28中央位置での第1の光量信号aを干渉光量値dとして出力すると、この値が最上層配線パターン20上のSiO<sub>2</sub>膜30の膜厚のみに対応した干渉光量となる。

【0027】最後に、研磨終点検出手段34で、研磨の進行によるSiO<sub>2</sub>膜30の膜厚変化に伴う干渉光量値dの正弦的变化の波をカウントしていき、このカウント数が所定の値になった時点、すなわちSiO<sub>2</sub>膜30を

所定量研磨した時点を、研磨終点として検出する。

【0028】なお、第1の集光レンズ21は多層配線パターン付ウェハ10からの反射光の全てを第1のPD4で受光するためのものであり、受光するレーザー径よりも第1のPD24の受光面径の方が大きい場合には用いてもよい。また、偏光による分割比が問題になる場合には、各ビームスプリッタ11、12、13には無偏光ビームスプリッタを用いる。

【0029】研磨液流入防止手段と対物レンズ9についても、様々な構成が適用可能である。要は、検出の妨げとなる研磨液の流入を防止し、かつ、多層配線パターン付ウェハ10上で所定のレーザービーム径に集光することができる構成であればよい。

【0030】例えば、平行平面板の材質としては、石英の他に、BK7等の各種の光学材料や、アクリル、ポリカーボネート、ポリウレタン、透明テフロン樹脂等のものを透過する樹脂系材料などが使用できる。

【0031】また、研磨液流入防止手段としては、これらの平行平面板を使用せずに、研磨液成分の内、研磨液等の光を遮断あるいは散乱する成分を含まず、レーザー光6の波長に対して透明な成分の溶液を、検出穴2から所定圧力にて吹き出す構成にすることもできる。例えば、SiO<sub>2</sub>膜の研磨の場合には、研磨液としてシリカ粒子とKOH液の組み合わせが使用されるが、この場合には、シリカ粒子を含まないKOH液を吹き出せばよい。なお、純水は、シリカ粒子が凝集するので、使用できない。また、対物レンズ9は液浸式のもので、かつ、この溶液の屈折率に対して収差補正されているが、溶液中の光路長に対して集光性能が大きく劣化しないものであればよい。

【0032】さらに、研磨液流入防止手段は、検出穴2を塞ぐように配置された、レーザー光6の波長に対して透明な平行平面板と、この平行平面板と対物レンズ9の側面側のレンズ面との間に充填された所定の媒質により構成してもよい。この充填材質としては、例えば、空気、水、KOH液等が使用できる。この場合、対物レンズ9はこれら媒質に対して収差補正されているものとするが、平行平面板による収差については、対物レンズ9に対して収差補正してもよく、また、対物レンズ9では補正せずに、平行平面板の屈折率と厚みを、これにより発生する対物レンズ9の収差が、終点検出動作に影響しない程度の値になるようにしてもよい。

【0033】窓材の形状も、平行平面板に限ることはない。例えば、窓材をレンズ形状とすることで、対物レンズ9の収差を補正することもできる。

【0034】図3は、本発明の第2の実施の形態による半導体ウェハ研磨終点検出装置の概略構成を示す図である。図3に示す半導体ウェハ研磨終点検出装置36は、所定寸法の検出穴2を設けた研磨盤3と、研磨盤3の上であって、研磨盤3と同一位置に検出穴2を設けた研

布4と、検出穴2から検出光学系への研磨液の流入を防ぐ研磨液流入防止手段としての、検出穴2を封止する石英窓5と、検出光としてのレーザ光6を出射するレーザ光源7と、レーザ光源7の後段にあって、レーザ光6の光軸上に配置され、レーザ光6を所定の径の平行ビームに拡大するビームエキスパンダ8と、検出穴2を通して、研磨対象である単層配線パターン付ウェハ37の研磨面にレーザ光6を集光する、石英窓5の屈折率と厚みに対して収差補正された対物レンズ9と、レーザ光6を対物レンズ9に入射させるレーザ光入射手段をビームエキスパンダ8と共に構成する第1のビームスプリッタ11とを備えている。

【0035】また、半導体ウェハ研磨終点検出装置36は、単層配線パターン付ウェハ37で反射され対物レンズ9を再び通ったレーザ光6の光軸である検出光軸14上において、第1のビームスプリッタ11の後段に配置され、検出光軸14を干渉光量測定光軸15と配線パターン検出光軸16との2つの光軸に分割する光軸分割手段をなす第2のビームスプリッタ12とを備えている。

【0036】また、半導体ウェハ研磨終点検出装置36は、干渉光量測定手段と配線パターン光量測定手段とを備えている。干渉光量測定手段は、干渉光量測定光軸15上において、単層配線パターン付ウェハ37からの反射光を集光する第1の集光レンズ21と、第1の集光レンズ21で集光された反射光の光量を測定し、第1の光量信号aとして出力する第1のPD24とを備えている。また、配線パターン光量測定手段は、配線パターン検出光軸16上において、レーザ光6を集光する第2の集光レンズ22と、単層配線パターン付ウェハ37上の反射面が対物レンズ9の合焦面にある時の第2の集光レンズ22の集光位置に配置され、反射面が合焦から外れるときの通過光量の変化が最も急峻になるように選ばれた径の第1のピンホール18と、第1のピンホール18の後段に配置され、第1のピンホール18を通過したレーザ光6のみを受光してその光量を測定し、第2の光量信号bとして出力する第2のPD25とを備えている。

【0037】さらに、半導体ウェハ研磨終点検出装置36は、第2のPD25に接続され、配線パターン28が対物レンズ9の合焦面にあるときには、レーザ光6が配線パターン28を横切る際の第2の光量信号bが配線パターン28のエッジ部で低下し中央部で大きくなる特徴に基づいて、対物レンズ9の合焦面位置での配線パターン28の有無を検出する配線パターン検出手段31と、配線パターン検出手段31により検出された配線パターン28中央位置での第1の光量信号aを干渉光量値dとして出力する干渉光量抽出手段33と、研磨の進行によるSiO<sub>2</sub>膜30の膜厚変化に伴う干渉光量値dの正弦的变化の波をカウントすることで研磨終点を検出する研磨終点検出手段34とを含んでいる。

【0038】上記のように構成された第2の実施の形態

による半導体ウェハ研磨終点検出装置36は、図1に示した第1の実施の形態から、層判定に関わる部分を除いて構成されたものであり、動作も、上層・下層の判定を行わない以外は、第1の実施の形態と同様である。この第2の実施の形態は、研磨対象が単層配線パターン付ウェハである場合に適用し得る。もちろん、第1の実施の形態においても単層配線パターン付ウェハへの適用は可能であるが、適用を限定することで装置構成が簡略化される。

10 【0039】図4は、本発明の第3の実施の形態による半導体ウェハ研磨終点検出装置の概略構成を示す図である。図4に示す半導体ウェハ研磨終点検出装置38は、所定寸法の検出穴2を設けた研磨盤3と、研磨盤3の上において、研磨盤3と同一位置に検出穴2を設けた研磨布4と、検出穴2から検出光学系への研磨液の流入を防ぐ研磨液流入防止手段としての、検出穴2を封止する石英窓5と、検出光としてのレーザ光6を出射するレーザ光源7と、レーザ光源7の後段にあって、レーザ光6の光軸上に配置され、レーザ光6を所定の径の平行ビームに拡大するビームエキスパンダ8と、検出穴2を通して、研磨対象である多層配線パターン付ウェハ10の研磨面にレーザ光6を集光する、石英窓5の屈折率と厚みに対して収差補正された対物レンズ9と、レーザ光6を対物レンズ9に入射させるレーザ光入射手段をビームエキスパンダ8とともに構成する第1のビームスプリッタ11と、多層配線パターン付ウェハ10で反射され対物レンズ9を再び通ったレーザ光6の光軸である検出光軸14上において、第1のビームスプリッタ11の後段に配置され、検出光軸14を干渉光量測定光軸15と配線パターン検出光軸16と層判定光軸17との3つの光軸に分割する光軸分割手段としての第2のビームスプリッタ12及び第3のビームスプリッタ13とを備えている。

30 【0040】また、半導体ウェハ研磨終点検出装置38は、干渉光量測定手段と、配線パターン光量測定手段と、層光量測定手段とを備えている。干渉光量測定手段は、干渉光量測定光軸15上において、多層配線パターン付ウェハ10からの反射光を集光する第1の集光レンズ21と、第1の集光レンズ21で集光された反射光の光量を測定し、第1の光量信号aとして出力する第1のPD24とを備えている。また、配線パターン光量測定手段は、配線パターン検出光軸16上において、レーザ光6を集光する第2の集光レンズ22と、多層配線パターン付ウェハ10上の反射面が対物レンズ9の合焦面にある時の第2の集光レンズ22の集光位置に配置され、反射面が合焦から外れるときの通過光量の変化が最も急峻になるように選ばれた径の第1のピンホール18と、第1のピンホール18の後段に配置され、第1のピンホール18を通過したレーザ光6のみを受光してその光量を測定し、第2の光量信号bとして出力する第2のPD25とを備えている。

25とを備えている。さらに、層光量測定手段は、層判定光軸17上にあつて、レーザ光6を集光する第3の集光レンズ23と、多層配線パターン付ウェハ10上の反射面が、対物レンズ9の合焦点から、配線パターン28上のSiO<sub>2</sub>膜30の膜厚量だけ下地面31側にずれた位置にある時の、第3の集光レンズ23の集光位置に配置され、その反射面が、対物レンズ9の合焦点から所定量ずれた位置を基準として、SiO<sub>2</sub>膜30の研磨量に相当する距離外れても、通過光量が十分大きくなるように選ばれた径の第2のピンホール19と、第2のピンホール19の後段に配置され、第2のピンホール19を通過したレーザ光6のみを受光してその光量を測定し、第3の光量信号cとして出力する第3のPD26とを備えている。

【0041】さらに、半導体ウェハ研磨終点検出装置38は、第2のPD25に接続され、配線パターン28が対物レンズ9の合焦点にあるときには、レーザ光6が配線パターン28を横切る際の第2の光量信号bが配線パターン28のエッジ部で低下し中央部で大きくなる特徴に基づいて、対物レンズ9の合焦点位置での配線パターン28の有無を検出する配線パターン検出手段31と、第2のPD25と第3のPD26とに接続され、配線パターン検出手段31で検出された配線パターン28中央位置において、第2の光量信号bが所定値以上で、かつ、第3の光量信号cがまた別の所定値以上である場合に、対物レンズ9の合焦点が多層配線パターン付ウェハ10の最上層にあると判定する層判定手段32と、配線パターン検出手段31により検出された配線パターン28の両側において、層判定手段32の判定結果が最上層である場合にのみ、配線パターン28中央位置での第1の光量信号aを干渉光量値dとして出力する干渉光量抽出手段33と、研磨の進行によるSiO<sub>2</sub>膜30の膜厚変化に伴う干渉光量値dの正弦的变化の波をカウントすることで研磨終点を検出する研磨終点検出手段34とを含んでいる。

【0042】なお、第2の集光レンズ22及び第1のピンホール18による共焦点光学系の焦点深度は、配線パターン28の厚さよりできるだけ小さくなるように設定し、第3の集光レンズ23及び第2のピンホール19による共焦点光学系の焦点深度は、研磨の進行に伴うSiO<sub>2</sub>膜30の膜厚変化量よりも大きめになるように設定しておく。

【0043】上記のように構成された第3の実施の形態による半導体ウェハ研磨終点検出装置38と図1に示した第1の実施の形態によるものとは、第2のピンホール19の配置と、層判定手段32における上層・下層の判定が異なる以外は、構成、動作とも同様である。よって、以下には、第3の実施の形態による層判定についてのみ動作を説明する。

【0044】図5は、第3の実施の形態における共焦点

光学系の動作説明図である。第3の実施の形態における共焦点光学系では、最上層配線パターン20が対物レンズ9の焦点面にあるときに、最上層配線パターン20のSiO<sub>2</sub>膜30表面との2つの反射面からの反射光を、第2のPD25と第3のPD26でそれぞれ受光する点に特長がある。

【0045】まず、第1のピンホール18は、反射面が対物レンズ9の合焦点にある時の第2の集光レンズ22の集光位置に配置されている。よって、第2の光量信号bの値は、対物レンズ9の合焦点が多層配線パターン付ウェハ10上の各反射面、すなわち、SiO<sub>2</sub>膜30表面、最上層配線パターン20表面、下層配線パターン35表面、下地面29にある時に大きくなる。次に、第2のピンホール19は、反射面が対物レンズ9の合焦点から、最上層配線パターン20上のSiO<sub>2</sub>膜30の膜厚量だけ対物レンズ9側にずれた位置にある時の、第3の集光レンズ23の集光位置に配置されている。よって、第3の光量信号cは、対物レンズ9の合焦点が多層配線パターン付ウェハ10上の各反射面から所定量ずれた位置、すなわち、SiO<sub>2</sub>膜30表面から下地面29側に所定量ずれた位置（つまりは最上層パターン表面の位置）、最上層配線パターン20表面から下地面29側に所定量ずれた位置、下層配線パターン35表面から下地面29側に所定量ずれた位置、下地面29からさらに所定量ずれた位置にある時に大きくなる。また、レーザ光6は、SiO<sub>2</sub>膜30の下に透過するが、配線パターン28の下には透過しない。

【0046】従って、第2の光量信号bと第3の光量信号cの両方が大きな値になるのは、対物レンズ9の合焦点が最上層配線パターン20の表面に位置しており、最上層配線パターン20表面からの反射光が第1のピンホール18上に集光され、SiO<sub>2</sub>膜30表面からの反射光が第2のピンホール19上に集光される場合のみである。

【0047】そこで、層判定手段32では、第2の光量信号bが所定値以上で、かつ、第3の光量信号cがまた別の所定値以上になった時に、対物レンズ9の合焦点が多層配線パターン付ウェハ10の最上層にあると判定する。

【0048】図6は、本発明の第4の実施の形態による半導体ウェハ研磨終点検出装置の概略構成を示す図である。図6に示す半導体ウェハ研磨終点検出装置39は、所定寸法の検出穴2を設けた研磨盤3と、研磨盤3の上にあつて、研磨盤3と同一位置に検出穴2を設けた研磨布4と、検出穴2から検出光学系への研磨液の流入を防ぐ研磨液流入防止手段としての、検出穴2を封止する英窓5と、検出光としてのレーザ光6を出射するレーザ光源7と、レーザ光源7の後段にあつて、レーザ光6の光軸上に配置され、レーザ光6を所定の径の平行ビームに拡大するビームエキスパンダ8と、検出穴2を通し

て、研磨対象である多層配線パターン付ウェハ10の研磨面にレーザ光6を集光する、石英窓5の屈折率と厚みに対して収差補正された対物レンズ9と、対物レンズ9に関して対称な位置にあって、検出光学系からみた研磨中の多層配線パターン付ウェハ10の相対的な移動方向に対して平行に配置され、多層配線パターン付ウェハ10上の配線パターン28のエッジで散乱されたレーザ光6を集光する散乱集光光学系としての、第1の軸外楕円面鏡32及び第2の軸外楕円面鏡42と、第1の軸外楕円面鏡41及び第2の軸外楕円面鏡42でそれぞれ集光された散乱光を受光してその光量を測定し、第1の散乱光量信号e及び第2の散乱光量信号fとして出力する第1の光電子増倍管（以下、ホトマルと呼ぶ）43及び第2のホトマル44と、レーザ光6を対物レンズ9に入射させビームエキスパンダ8と共にレーザ光入射手段を構成する第1のビームスプリッタ11と、多層配線パターン付ウェハ10で反射され対物レンズ9を再び通ったレーザ光6の光軸である検出光軸14上にあって、第1のビームスプリッタ11の後段に配置され、検出光軸14を干渉光量測定光軸15と層判定光軸17との2つの光軸に分割する光軸分割手段をなす第2のビームスプリッタ12とを備えている。

【0049】また、半導体ウェハ研磨終点検出装置39は、干渉光量測定手段と、層光量測定手段とを備えている。干渉光量測定手段は、干渉光量測定光軸15上にあって、多層配線パターン付ウェハ10からの反射光を集光する第1の集光レンズ21と、第1の集光レンズ21で集光された反射光の光量を測定し、第1の光量信号aとして出力する第1のPD24とを備えている。また、層光量測定手段は、層判定光軸17上にあって、レーザ光6を集光する第3の集光レンズ23と、多層配線パターン付ウェハ10上の反射面が対物レンズ9の合焦面にある時の第3の集光レンズ23の集光位置に配置され、反射面が合焦から最上層配線パターン20と下地面29間に相当する距離外れるときの通過光量の変化がほぼ直線でかつ急峻になるように選ばれた径の第2のピンホール19と、第2のピンホール19の後段に配置され、第2のピンホール19を通過したレーザ光6のみを受光してその光量を測定し、第3の光量信号cとして出力する第3のPD24とを備えている。

【0050】また、半導体ウェハ研磨終点検出装置39は、第1のホトマル43及び第2のホトマル44に接続され、第1の散乱光量信号e及び第2の散乱光量信号fが所定値以上である箇所を配線パターン28のエッジ部と認識し、さらにエッジ間の距離から配線パターン28と認識することで、対物レンズ9の合焦面位置での配線パターン28の有無を検出する配線パターン検出手段31と、第3のPD26に接続され、配線パターン検出手段31で検出された配線パターン28の両側において第3の光量信号cが所定範囲内にある時に、対物レンズ9

の合焦面が多層配線パターン付ウェハ10の最上層にあると判定する層判定手段32と、配線パターン検出手段31により検出された配線パターン28の両側において、層判定手段32の判定結果が最上層である場合にのみ、配線パターン28中央位置での第1の光量信号aと干渉光量値dとして出力する干渉光量抽出手段33と、研磨の進行によるSiO<sub>2</sub>膜30の膜厚変化に伴う干渉光量値dの正弦的变化の波をカウントすることで、研磨終点を検出する研磨終点検出手段34とを含んでいる。

10 【0051】このように構成された第4の実施の形態による半導体ウェハ研磨終点検出装置39と図1に示した第1の実施の形態によるものとは、配線パターンの検出が異なる以外は、構成、動作とも同様である。よって、以下には、第4の実施の形態による配線パターンの検出についてのみ動作を説明する。

【0052】図7は、配線パターン28のエッジ部でのレーザ光6の散乱状態を示す模式図であり、図8は、多層配線パターン付ウェハ10上の同一配線パターン位置を走査して得られる各散乱光量信号の一例を示す模式図である。なお、図8のうち、(a)は第1の散乱光量信号eであり、(b)は第2の散乱光量信号fである。

【0053】まず、研磨動作に伴い、対物レンズ9の合焦位置を配線パターン28が横切ると、配線パターン28のエッジ部分でレーザ光6が散乱される。次に、この散乱光は、第1の軸外楕円面鏡41及び第2の軸外楕円面鏡42で集光され、第1のホトマル43及び第2のホトマル44で受光されて、その光量が第1の散乱光量信号e及び第2の散乱光量信号fとして出力される。このとき、配線パターン28のエッジだれにより、進行方向にあるエッジ部からの散乱光は進行方向側に強く分布し、後方のエッジ部では後方側に散乱光が強く分布する。よって、進行方向側にある第1のホトマル43からの第1の散乱光量信号eのうち、信号強度が大きい箇所が、配線パターン28の進行方向側のエッジ部の位置となる。また、第2のホトマル44からの第2の散乱光量信号fのうち、信号強度が大きい箇所が、配線パターン28の後方側のエッジ部の位置となる。そこで、配線パターン検出手段31では、信号強度が所定値以上である箇所の間隔が所定の配線パターン幅と合致している場合に、配線パターン28として検出する。

40 【0054】なお、配線パターン28の幅が一定である場合には、配線パターン幅との合致を検出する必要はないので、散乱光量信号は1つだけ得られればよい。また、散乱集光光学系としては、軸外楕円面鏡以外に、軸外放物面鏡等の各種の集光用ミラーや各種の集光レンズ系が使用でき、散乱光量が十分大きい場合や、散乱光量光素子を対物レンズの集光点に近づけられる場合には、散乱集光光学系は用いなくても良い。さらに、散乱光量光素子としては、ホトマル以外にも、PD等の各種の光素子が使用できる。

【0055】図9は、本発明の第5の実施の形態による半導体ウェハ研磨終点検出装置の概略構成を示す図である。図9に示す半導体ウェハ研磨終点検出装置40は、所定寸法の検出穴2を設けた研磨盤3と、研磨盤3の上であって、研磨盤3と同一位置に検出穴2を設けた研磨布4と、検出穴2から検出光学系への研磨液の流入を防ぐ研磨液流入防止手段としての、検出穴2を封止する石英窓5と、検出光としてのレーザ光6を出射するレーザ光源7と、レーザ光源7の後段であって、レーザ光6の光軸上に配置され、レーザ光6を所定の径の平行ビームに拡大するビームエキスパンダ8と、検出穴2を通して、研磨対象である単層配線パターン付ウェハ37の研磨面にレーザ光6を集光する、石英窓5の屈折率と厚みに対して収差補正された対物レンズ9と、レーザ光6を対物レンズ9に入射させ、前記ビームエキスパンダ8と共にレーザ光入射手段を構成する第1のビームスプリッタ11と、単層配線パターン付ウェハ37で反射され対物レンズ9を再び通ったレーザ光6の光軸である検出光軸14上であって、第1のビームスプリッタ11の後段に配置され、検出光軸14を干渉光量測定光軸15と配線パターン検出光軸16との2つの光軸に分割する第2のビームスプリッタ12とを備えている。

【0056】また、半導体ウェハ研磨終点検出装置40は、干渉光量測定手段と、配線パターン光量測定手段とを備えている。干渉光量測定手段は、干渉光量測定光軸15上であって、単層配線パターン付ウェハ37からの反射光を集光する第1の集光レンズ21と、第1の集光レンズ21で集光された反射光の光量を測定し、第1の光量信号aとして出力する第1のPD24とを備えている。また、配線パターン光量測定手段は、配線パターン検出光軸16上であって、レーザ光6を集光する第2の集光レンズ22と、単層配線パターン付ウェハ37上の反射面が対物レンズ9の合焦面にある時の第2の集光レンズ22の集光位置に配置され、反射面が合焦から外れるときの通過光量の変化が最も急峻になるように選ばれた径の第1のピンホール18と、第1のピンホール18の後段に配置され、第1のピンホール18を通過したレーザ光6のみを受光してその光量を測定し、第2の光量信号bとして出力する第2のPD25とを備えている。

【0057】さらに、半導体ウェハ研磨終点検出装置40は、第1のPD24に接続され、配線パターン28部分では第1の光量信号aの値が相対的に低下し、かつ比較的変動しない特徴に基づいて配線パターンの位置を特定する配線パターン位置特定手段46と、第2のPD25に接続され、第2の光量信号bは反射面である配線パターン28が対物レンズ9の合焦面にある場合に信号が大きくなる特徴に基づき、配線パターン位置特定手段46で特定された配線パターン28の配線幅内における第2の光量信号bの出力値が所定値以上である場合に合焦であると判定する合焦度判定手段45と、配線パターン

位置特定手段46により特定された配線パターン28の位置において、合焦度判定手段45の判定が合焦である場合にのみ、配線パターン28中央位置での第1の光量信号aを干渉光量値dとして出力する干渉光量抽出手段33と、研磨の進行によるSiO<sub>2</sub>膜30の膜厚変化に伴う干渉光量値dの変化から、研磨終点を検出する研磨終点検出手段34とを含んでいる。

【0058】このように構成された第5の実施の形態による半導体ウェハ研磨終点検出装置40と図1に示した第1の実施の形態によるものとは、干渉光量値dを抽出するための構成と動作が異なる以外は、構成、動作とも同様である。よって、以下には、第5の実施の形態による干渉光量の抽出についてのみ動作を説明する。

【0059】この第5の実施の形態は、下地面29にパイス等が形成され、下地面29の反射率が場所により変動するような単層配線パターン付ウェハに適用し得る。このような場合、第2の光量信号bは、下地面29の部分においても出力が変動するため、第1の実施の形態のように第2の光量信号bのみから配線パターン28を検出することはできない。そこで、まず、配線パターン位置特定手段46にて第1の光量信号aを基に配線パターン28の位置を特定する。配線パターン28上の反射率は下地面29よりも低いいため、第1の光量信号aは、図2(a)に示すように、配線パターン28上で低くなる。また、配線パターン28が対物レンズ9の合焦面からはずれるに従い、下地面29からの反射光が対物レンズ9に入射するため、光量は大きくなっていく。よって、第1の光量信号aのうち最低光量を検出し、そこから所定量大きい値をしきい値として、それ以下の光量の領域を配線パターン28の位置として特定する。次に、合焦度判定手段45にて、第2の光量信号bを基に配線パターン28が対物レンズ9の合焦面にあるかどうかを判定する。第2の光量信号bは共焦点光学系の出力信号であるから、反射面である配線パターン28が対物レンズ9の合焦面にある場合にのみ信号が大きく、合焦面から外れている場合には信号はほとんど出力されない。そこで、合焦度判定手段45にて、配線パターン位置特定手段46で特定された配線パターン28の配線幅内における、第2の光量信号bの出力の積分値または平均出力値が、所定値以上である場合に、合焦であると判定する。

【0060】最後に、干渉光量抽出手段33にて、配線パターン位置特定手段46により特定された配線パターン28の位置において、合焦度判定手段45の判定が合焦である場合にのみ、特定された配線パターン28の中央位置での第1の光量信号aを干渉光量値dとして出力することで、対物レンズ9の合焦面にある配線パターン28上の干渉光量のみを抽出する。

【0061】なお、配線パターン28の位置の特定は、上記動作のみに限定されることはない。要は、配線パ



ーン28の位置では第1の光量信号aの出力値が相対的に低くなることを利用して特定すればよい。

【0062】上述の第1～第5までの実施の形態においては、干渉光を得るレーザ光の波長が単一であり、干渉光量は周期的な変化をするため、膜厚値そのものは算出できない。そこで、研磨初期の膜厚が判らない場合には、複数波長のレーザ光で干渉光量を測定し、膜厚値を算出して、研磨終点の検出を行う。

【0063】図10は、本発明の第6の実施の形態による半導体ウェハ研磨終点検出装置の概略構成を示す図である。図10に示す半導体ウェハ研磨終点検出装置50は、所定寸法の検出穴2を設けた研磨盤3と、研磨盤3の上であって、研磨盤3と同一位置に検出穴2を設けた研磨布4と、検出穴2から検出光学系への研磨液の流入を防ぐ研磨液流入防止手段としての、検出穴2を封止する石英窓5と、第1の検出光としての所定の波長の第1のレーザ光47を射出する第1のレーザ光源51と、第2の検出光としての第1のレーザ光47と異なる波長の第2のレーザ光48を射出する第2のレーザ光源52と、第1のレーザ光源51と第2レーザ光源52の後段であって、第1のレーザ光47と第2のレーザ光48を1つの光軸上に合成するためのレーザ光軸合成手段をなす第1のダイクロイックミラー53と、合成後の光軸上に配置され、第1のレーザ光47と第2のレーザ光48を所定の径の平行ビームに拡大するビームエキスパンダ8と、検出穴2を通して、研磨対象である多層配線パターン付ウェハ10の研磨面に第1のレーザ光47と第2のレーザ光48を集光する石英窓5の屈折率と厚み、及び第1のレーザ光47と第2のレーザ光48の波長に対して収差補正された対物レンズ9と、第1のレーザ光47と第2のレーザ光48を対物レンズ9に入射させ、ビームエキスパンダ8とともにレーザ光入射手段をなす第1のビームスプリッタ11と、多層配線パターン付ウェハ10で反射され対物レンズ9を再び通った第1のレーザ光47及び第2のレーザ光48の光軸である検出光軸14上であって、第1のビームスプリッタ11の後段に配置され、多層配線パターン付ウェハ10からの反射光を第1のレーザ光47の成分と第2のレーザ光48の成分とに分離するレーザ光分離手段をなす第2のダイクロイックミラー54と、第2のダイクロイックミラー54の後段であって、第1のレーザ光47の成分の光軸を、干渉光量測定光軸11と配線パターン検出光軸16と層判定光軸17との3つの光軸に分割する光軸分割手段をなす第2のビームスプリッタ12及び第3のビームスプリッタ16とを備えている。

【0064】また、半導体ウェハ研磨終点検出装置50は、第1の干渉光量測定手段と、配線パターン光量測定手段と、層光量測定手段とを備えている。第1の干渉光量測定手段は、干渉光量測定光軸15上であって、多層配線パターン付ウェハ10からの第1のレーザ光47の

反射光を集光する第1の集光レンズ18と、第1の集光レンズ18で集光された反射光の光量を測定し、第1の光量信号aとして出力する第1のPD24とを備えている。また、配線パターン光量測定手段は、配線パターン検出光軸16上であって、第1のレーザ光47を集光する第2の集光レンズ22と、多層配線パターン付ウェハ10上の反射面が対物レンズ9の合焦面にある時の第2の集光レンズ22の集光位置に配置され、反射面が合焦から外れるときの通過光量の変化が最も急峻になるように選ばれた径の第1のピンホール18と、第1のピンホール18の後段に配置され、第1のピンホール18を通過した第1のレーザ光47のみを受光してその光量を測定し、第2の光量信号bとして出力する第2のPD25とを備えている。さらに、層光量測定手段は、層判定光軸17上であって、第1のレーザ光47を集光する第3の集光レンズ23と、多層配線パターン付ウェハ10上の反射面が対物レンズ9の合焦面にある時の第3の集光レンズ23の集光位置に配置され、反射面が合焦から最上層配線パターン20と下地面29間に相当する距離外れるときの通過光量の変化がほぼ直線かつ急峻になるように選ばれた径の第2のピンホール19と、第2のピンホール19の後段に配置され、第2のピンホール19を通過した第1のレーザ光47のみを受光してその光量を測定し、第3の光量信号cとして出力する第3のPD26とを備えている。

【0065】また、半導体ウェハ研磨終点検出装置50は、第2のPD25に接続され、配線パターン28が対物レンズ9の合焦面にあるときにレーザ光6が配線パターン28を横切る際の第2の光量信号bが配線パターン28のエッジ部で低下し中央部で大きくなる特徴に基づいて、対物レンズ9の合焦面位置での配線パターン28の有無を検出する配線パターン検出手段31と、第3のPD26に接続され、配線パターン検出手段31で検出された配線パターン28の両側において第3の光量信号cが所定範囲内にある時に、対物レンズ9の合焦面が多層配線パターン付ウェハ10の最上層にあると判定する層判定手段26とを備えている。

【0066】また、半導体ウェハ研磨終点検出装置50は、第2の干渉光量測定手段として、第2のレーザ光48の成分の光軸上であって、多層配線パターン付ウェハ10からの第2のレーザ光48の反射光を集光する第4の集光レンズ55と、第4の集光レンズ55で集光された反射光の光量を測定し、第4の光量信号gとして出力する第4のPD56とを備えている。

【0067】さらに、半導体ウェハ研磨終点検出装置50は、配線パターン検出手段31により検出された配線パターン28の両側において、層判定手段32の判定結果が最上層である場合にのみ、配線パターン28中央位置での第1の光量信号a及び第4の光量信号gを第1の干渉光量値h及び第2の干渉光量値iとして出力する、

第1の干渉光量抽出手段57及び第2の干渉光量抽出手段58と、研磨の進行による $\text{SiO}_2$ 膜30の膜厚変化に伴う第1の干渉光量値 $h$ の正弦的な変化波形と第2の干渉光量値 $i$ の正弦的な変化波形との位相差から、配線パターン28上の $\text{SiO}_2$ 膜30の膜厚を算出し、膜厚値 $j$ を出力する膜厚算出手段59と、膜厚値 $j$ が所定の値を下回った時点を研磨終点として検出する研磨終点検出手段34とを含んでいる。

【0068】このように構成された第6の実施の形態による半導体ウェハ研磨終点検出装置50は、 $\text{SiO}_2$ 膜30の膜厚を算出するために、干渉光量の測定を波長の異なる2つのレーザ光で行うもので、配線パターンの検出や層判定等の動作は、図1に示した第1の実施の形態と同様である。よって、以下には、第6の実施の形態による膜厚算出についてのみ動作を説明する。

【0069】まず、第1のレーザ光源51から出射された第1のレーザ光47と、第2のレーザ光源52から出射された第2のレーザ光48は、第1のダイクロイックミラー53で反射及び透過して一本の光軸に合成され、ビームエキスパンダ8で所定径の平行光にされた後、第1のビームスプリッタ11で折り曲げられて、対物レンズ9に入射する。対物レンズ9に入射した第1のレーザ光47と第2のレーザ光48は、石英窓5を通して多層配線パターン付ウェハ10上の同一点に集光され、 $\text{SiO}_2$ 膜30表面とその下の配線パターン28の表面とで反射されて、再び対物レンズ9と第1のビームスプリッタ11を通り、第2のダイクロイックミラー54で、第1のレーザ光47の成分と第2のレーザ光48の成分とに分離される。分離された第1のレーザ光47は、第2のビームスプリッタ12及び第3のビームスプリッタ16により、3つの光軸に分割され、このうちの干渉光量測定光軸11上にある第1のPD24でその反射光量が測定されて、第1の光量信号 $a$ として出力される。また、分離された第2のレーザ光48は、第4の集光レンズ55で集光され、第4のPD56によりその反射光量が測定されて、第4の光量信号 $g$ として出力される。

【0070】次に、第1の実施の形態で示したと同様の干渉光量抽出動作により、第1の光量信号 $a$ と第4の光量信号 $g$ のうち、最上層配線パターン20が合焦面にある時の値が、第1の干渉光量抽出手段57及び第2の干渉光量抽出手段58にて、第1の干渉光量値 $h$ 及び第2の干渉光量値 $i$ として抽出される。この第1の干渉光量値 $h$ と第2の干渉光量値 $i$ は研磨の進行による $\text{SiO}_2$ 膜30の膜厚変化に伴って周期的に変化するが、波長の異なるレーザ光により得られた干渉光量であるため、その周期はそれぞれ異なる。そこで、この2つの干渉光量値の変化周期の位相差により、膜厚の算出ができる。

【0071】例えば、第1のレーザ光47の波長をアルゴンレーザの488nm、第2のレーザ光48の波長を

アルゴンレーザの514.5nmとし、 $\text{SiO}_2$ 膜30の屈折率を1.45とすると、得られる干渉波形の1周期分は、夫々、波長488nmのとき：膜厚変化約178.3nm、及び波長514.5nmのとき：膜厚変化約177.4nmに相当する。この2つの干渉波形の位相差が同一になる膜厚変化の周期は、各干渉波形の変化周期の最小公倍数から、約6564nmであり、 $\text{SiO}_2$ 膜30を2500nm程度の初期膜厚から900nmまで研磨する場合、その膜厚変化は1600nmなため、研磨中には同一の位相差は発生しない。そこで、最初の1周期分を研磨した後、干渉光量変化の周期性を利用して、第1の干渉光量値 $h$ 及び第2の干渉光量値 $i$ の位相差を検出することで、膜厚を算出する。

【0072】なお、2つの異なる波長のレーザ光の合光と分離には、ダイクロイックミラー以外にもビームスプリッタや回折格子等の様々な手段が適用できる。ダイクロイックミラーの配置もこの実施の形態に限定されず、例えば干渉光量測定光軸上で分離することもできる。また、各波長毎の干渉光量が別々に測定できればよい。

【0073】また、干渉光量を測定する波長の数を増やせば、干渉光量値の周期変化を捉えなくても、各波長毎の干渉光量値から、近似計算により膜厚を算出することもできる。このとき、マルチラインレーザを使用すれば、レーザ光源の数を増やすことなく波長の数を増やすことができる。

【0074】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の半導体ウェハ研磨終点検出装置は、平行レーザ光を用いた反射干渉光量測定により研磨終点検出を行う代わりに、集光レーザ光を使用し、かつ、干渉光量を測定する手段と、配線パターンを検出する手段と、配線層の上下層を判別する手段とを備えることにより、配線パターンが形成されたウェハの、配線パターン上の膜厚に対応する干渉光量のみを抽出できるため、正確な研磨終点検出ができるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態による半導体ウェハ研磨終点検出装置の概略構成を示す図である。

【図2】多層配線パターン付ウェハ10上の同一配線パターン位置を走査して得られる各光量信号の一例を示す模式図である。

【図3】本発明の第2の実施の形態による半導体ウェハ研磨終点検出装置の概略構成を示す図である。

【図4】本発明の第3の実施の形態による半導体ウェハ研磨終点検出装置の概略構成を示す図である。

【図5】第3の実施の形態における共焦点光学系の動作説明図である。

【図6】本発明の第4の実施の形態による半導体ウェハ研磨終点検出装置の概略構成を示す図である。

【図7】配線パターン28のエッジ部でのレーザ光60

散乱状態を示す模式図である。

【図8】(a)及び(b)は、多層配線パターン付ウェハ10上の同一配線パターン位置を走査して得られる各散乱光量信号の一例を示す模式図である。

【図9】本発明の第5の実施の形態による半導体ウェハ研磨終点検出装置の概略構成を示す図である。

【図10】本発明の第6の実施の形態による半導体ウェハ研磨終点検出装置の概略構成を示す図である。

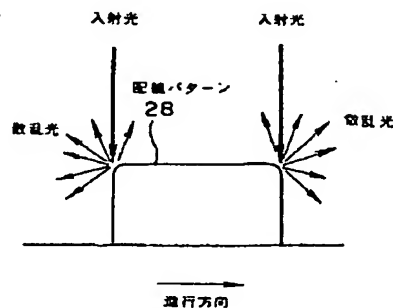
【図11】従来の半導体ウェハ研磨終点検出装置の概略構成の一例を示す図である。

【符号の説明】

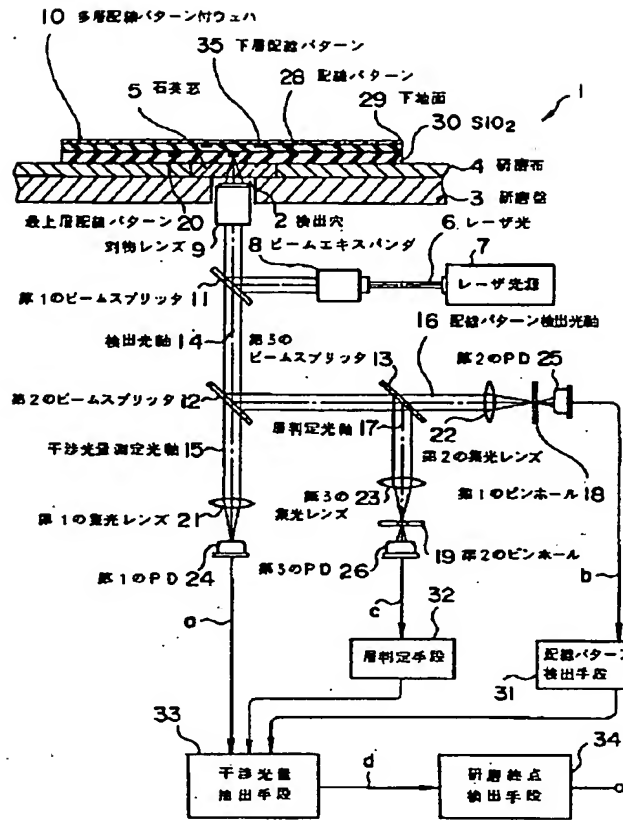
- 1 半導体ウェハ研磨終点検出装置
- 2 検出穴
- 3 研磨盤
- 4 研磨布
- 5 石英窓
- 6 レーザ光
- 7 レーザ光源
- 8 ビームエキスパンダ
- 9 対物レンズ
- 11 第1のビームスプリッタ
- 12 第2のビームスプリッタ
- 13 第3のビームスプリッタ
- 14 検出光軸
- 15 干渉光量測定光軸
- 16 配線パターン検出光軸
- 17 層判定光軸
- 18 第1のピンホール
- 19 第2のピンホール
- 20 最上層配線パターン
- 21 第1の集光レンズ
- 22 第2の集光レンズ
- 23 第3の集光レンズ
- 24 第1のPD
- 25 第2のPD
- 26 第3のPD
- 28 配線パターン

- 29 下地面
- 30 SiO<sub>2</sub>膜
- 31 配線パターン検出手段
- 32 層判定手段
- 33 干渉光量抽出手段
- 34 研磨終点検出手段
- 35 下層配線パターン
- 37 単層配線パターン付ウェハ
- 41 第1の軸外楕円面鏡
- 42 第2の軸外楕円面鏡
- 43 第1のホトマル
- 44 第2のホトマル
- 45 合焦度判定手段
- 46 配線パターン位置特定手段
- 47 第1のレーザ光
- 48 第2のレーザ光
- 51 第1のレーザ光源
- 52 第2のレーザ光源
- 53 第1のダイクロイックミラー
- 54 第2のダイクロイックミラー
- 55 第4の集光レンズ
- 56 第4のPD
- 57 第1の干渉光量抽出手段
- 58 第2の干渉光量抽出手段
- 59 膜厚算出手段
- 101 レーザ干渉計
- a 第1の光量信号
- b 第2の光量信号
- c 第3の光量信号
- d 干渉光量値
- e 第1の散乱光量信号
- f 第2の散乱光量信号
- g 第4の光量信号
- h 第1の干渉光量値
- i 第2の干渉光量値
- j 膜厚値

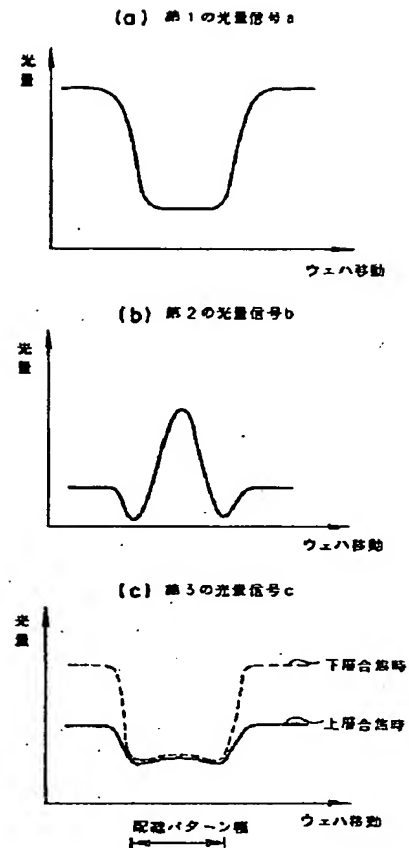
【図7】



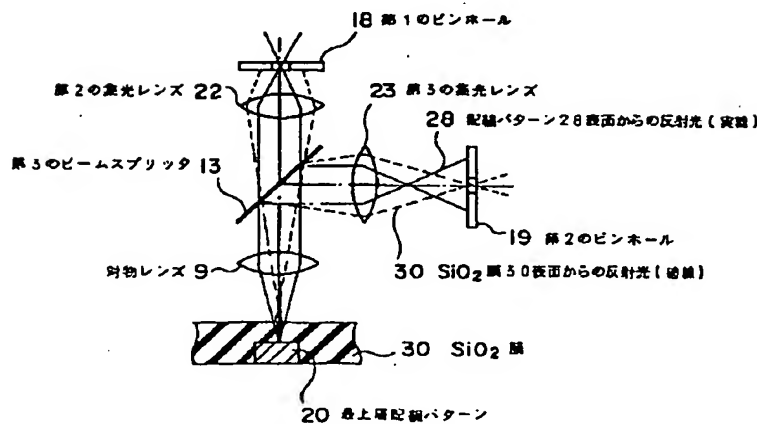
【図1】



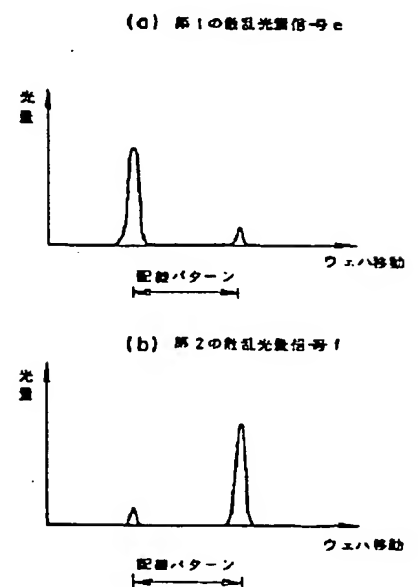
【図2】



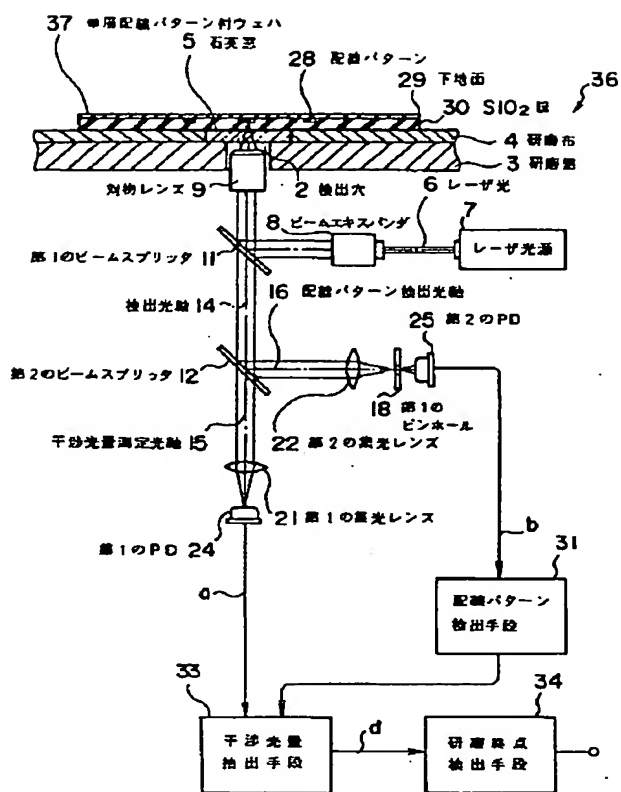
【図5】



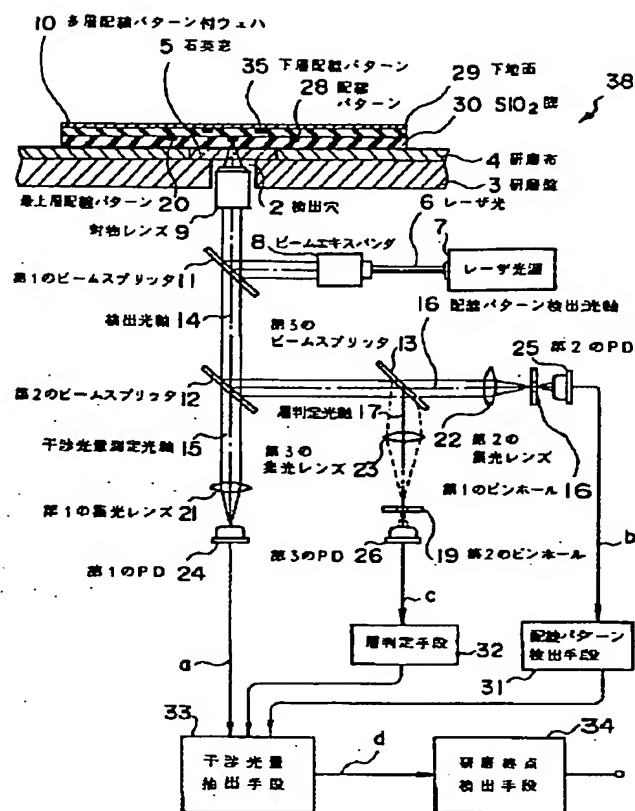
【図8】



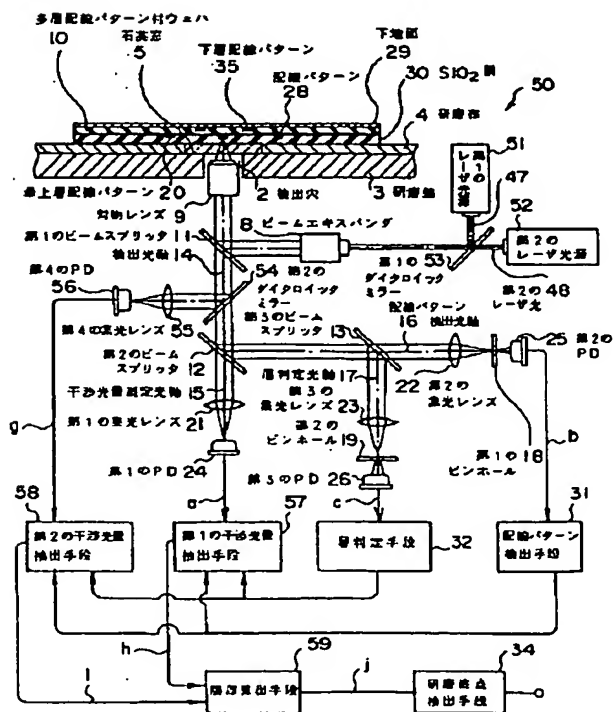
【図 3】



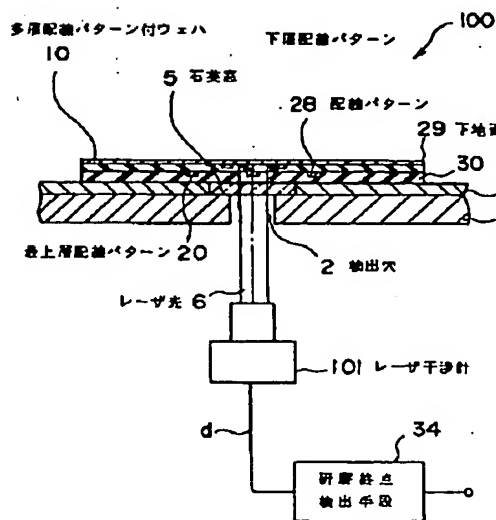
【図 4】



【图 10】

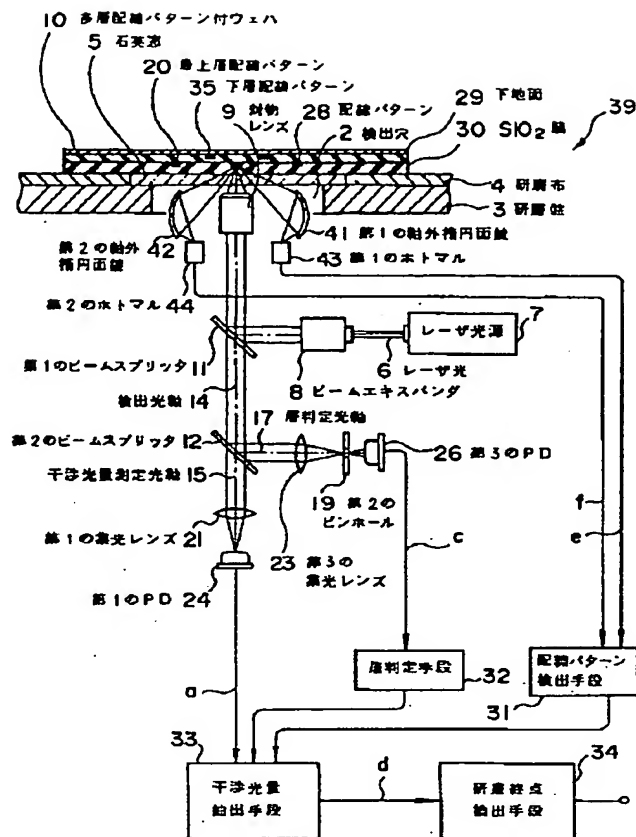


【図 1 1】

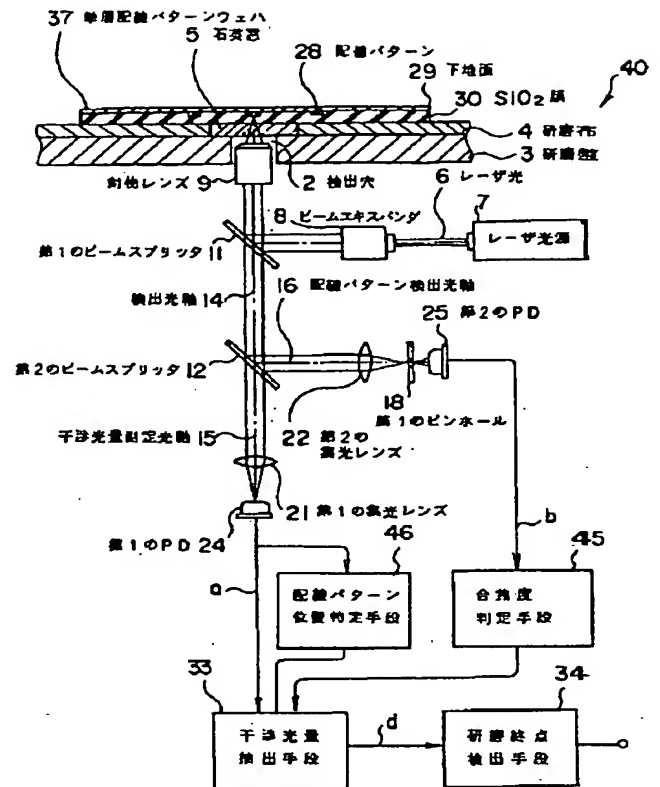




【図6】



【図9】



フロントページの続き

- (56) 参考文献 特開 平9-7985 (JP, A)  
 特開 平5-309558 (JP, A)  
 特開 平4-255218 (JP, A)  
 特開 昭57-138575 (JP, A)  
 特開 昭58-178526 (JP, A)  
 特開 昭63-288650 (JP, A)  
 特開 平10-260015 (JP, A)  
 特開 平10-29157 (JP, A)

- (58) 調査した分野(Int.Cl.<sup>7</sup>, DB名)  
 H01L 21/304 622  
 B24B 37/04  
 B24B 49/12

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☒ OTHER: text cut off

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**